

51

Int. Cl. 2:

F 02 D 13/02

19 **BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND**

F 02 D 23/00

DEUTSCHES PATENTAMT



DE 28 14 343 A 1

11

Offenlegungsschrift 28 14 343

21

Aktenzeichen:

P 28 14 343.3

22

Anmeldetag:

3. 4. 78

43

Offenlegungstag:

11. 10. 79

50

Unionspriorität:

22 33 31

54

Bezeichnung:

Regelsystem für eine insbesondere durch Abgasturbolader
aufgeladene Diesel-Brennkraftmaschine

71

Anmelder:

Klöckner-Humboldt-Deutz AG, 5000 Köln

72

Erfinder:

Keylwert, Johann, Dipl.-Ing., 5060 Bergisch Gladbach

56

Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DE-PS 10 01 049

CH 3 04 494

US 36 82 152

US 35 48 798

DE 28 14 343 A 1

P a t e n t a n s p r ü c h e

- ① Regelsystem für eine insbesondere durch Abgasturbolader aufgeladene Diesel-Brennkraftmaschine mit einer Verstelleinrichtung für die Steuerzeiten der Gaswechselventile, insbesondere des Schließzeitpunkts der Einlaßventile, und mit einem Motorregler, der die für die Erhaltung des Leistungsgleichgewichts erforderliche Einspritzmenge in Abhängigkeit von der Drehzahlveränderung einstellt, dadurch gekennzeichnet, daß der Motorregler (9) in Abhängigkeit von der eingespritzten Kraftstoffmenge die Verstelleinrichtung (2) für die Steuerzeiten der Gaswechselventile in dem Sinne betätigt, daß bei Verkleinerung der Einspritzmenge der Schließzeitpunkt der Einlaßventile von "Früh" nach "Spät" verstellt wird.
2. Regelsystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß beim Starten der Brennkraftmaschine die Verbindung zwischen Motorregler (9) und Verstelleinrichtung (2) vorübergehend gelöst und der Schließzeitpunkt der Einlaßventile auf Spät eingestellt ist.
3. Regelsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß ein weiterer Regler (11) bzw. ein weiterer Reglerimpuls des Motorreglers (9) vorgesehen ist, der in die Betätigungseinrichtung zwischen Motorregler (9) und Verstelleinrichtung (2) der Steuerzeiten bzw. in den Verstellmechanismus des Motorreglers (9) in dem Sinne eingreift, daß bei abfallender Drehzahl der Schließzeitpunkt der Einlaßventile von Früh nach Spät zurückverstellt wird, wenn die Vollastdrehzahl unterschritten wird.

4. Regelsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, mit einem Ladeluftkühler, dessen Kühlmitteltemperatur verstellbar, vorzugsweise mittels eines Thermostaten regelbar ist, dadurch gekennzeichnet, daß der weitere Regler (11) bzw. der weitere Reglerimpuls des Motorreglers (9) die Kühlmitteltemperatur bzw. die Grundwertverstellung (7) des Thermostaten (6) in Abhängigkeit von der Drehzahl der Brennkraftmaschine (1) in dem Sinne betätigt, daß bei abfallender Drehzahl die Ladelufttemperatur erniedrigt wird.

5. Regelsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß ein Waagebalken (12) vorgesehen ist, an dessen Enden die Verstelleinrichtung (2) für die Steuerzeiten und das Stellglied (10a) des zweiten Reglers (11) bzw. Reglerimpulses angreifen und der sich im mittleren Bereich am Stellglied (10) des Motorreglers (9) abstützt.

-3-

Regelsystem für eine insbesondere durch
Abgasturbolader aufgeladene Diesel-Brenn-
kraftmaschine

Die Erfindung bezieht sich auf ein Regelsystem für eine, insbesondere durch Abgasturbolader aufgeladene Diesel-Brennkraftmaschine mit einer Verstelleinrichtung für die Steuerzeiten der Gaswechselventile, insbesondere des Schließzeitpunkts der Einlaßventile, und mit einem Motorregler, der die für die Erhaltung des Leistungsgleichgewichts erforderliche Einspritzmenge in Abhängigkeit von der Drehzahlveränderung einstellt.

Hochaufgeladene Hubkolbenbrennkraftmaschinen, die mit Turboladern ausgerüstet sind, haben ein schlechtes Drehmoment- und Teillastverhalten. Beim Erhöhen der Leistungsanforderungen im von der Brennkraftmaschine angetriebenen Anlageteil reagiert der Motorregler zunächst damit, daß er die Einspritzmenge erhöht und damit das Leistungsgleichgewicht wieder herstellt. Erreicht aber die Einspritzmenge ihren blockierten Größtwert, dann fällt bei weiterem Anstieg des Leistungsbedarfs des Anlageteils die Drehzahl ab. In dieser Phase tritt entsprechend dem Abfall der abgegebenen Leistung ein Abfall des Abgasmengenstromes ein, der ein rasches Absinken der Drehzahl des Turboladers zur Folge hat. Mit abfallender Laderdrehzahl sinkt auch der Ladedruck stark ab und das verfügbare Luftgewicht im Zylinder reicht zur Verbrennung der eingespritzten Kraftstoff-Größtmenge nicht mehr aus, so daß der Motor thermisch überlastet wird und zu rußen beginnt.

- 4 -

909841/0259

Um hohe mittlere Arbeitsdrücke zu erreichen, muß das Druckverhältnis der Turbolader entsprechend hoch sein. Dies setzt u.a. eine Abstimmung des Turboladers voraus durch die erreicht wird, daß er im Vollast-Betriebsbereich mit größtmöglichen Wirkungsgraden arbeiten kann. Die Betriebskennfelder von Kreiselmaschinen liegen so, daß die Betriebspunkte mit hohen Wirkungsgraden nahe an der Pumpgrenze des Laders liegen. Damit ist bei der Abstimmung eine starke Annäherung der Vollastbetriebspunkte an die Pumpgrenze des Laders unvermeidbar. Diese Lage im Kennfeld hat wiederum zur Folge, daß bei Entlastung des Motors die Pumpgrenze sogar überschritten werden kann. Dadurch wird der Betriebszustand des Motors gefährdet. In noch stärkerem Maße tritt diese Empfindlichkeit dann auf, wenn zur Erreichung höchster mittlerer Arbeitsdrücke zwei Turbolader hintereinander geschaltet arbeiten (Doppelaufladung).

Es ist bekannt (Nordberg-Miller-Gasmotor), den Schließzeitpunkt der Einlaßventile und damit den effektiv wirksam werdenden Ansaughub des Arbeitskolbens zu verändern, insbesondere zu verkürzen. Damit lassen sich der Enddruck und die Endtemperatur der Verdichtung unabhängig von dem Druckverhältnis der Vorverdichtung beeinflussen.

Man hat gefunden, daß Motoren, die mit den Steuerzeiten des Miller-Verfahrens arbeiten, die vorgenannte Empfindlichkeit erheblich geringer aufweisen. Dies bestätigen Untersuchungen der Forschungsgemeinschaft Verbrennungskraftmaschinen im VDMA.

Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Regelsystem der eingangs genannten Art so zu verändern bzw. zu erweitern, daß sowohl das Drehmoment- als auch das Teillastverhalten der Brennkraftmaschine verbessert wird. Dabei soll sichergestellt sein, daß die zulässigen Höchstwerte des Enddrucks und der Endtemperatur der Verbrennungsgase im Arbeitszylinder in allen Betriebszuständen nicht unzulässig überschritten werden.

Gelöst wird die Aufgabe der Erfindung durch die Merkmale des Anspruchs 1. Will man einen mit einer veränderlichen Ventilsteuereinrichtung versehenen Motor verbrennungstechnisch für alle Belastungszustände optimieren, dann muß man bestrebt sein, annähernd gleich hohe Verdichtungsendtemperaturen zu erreichen. Durch die Verstellung des Schließzeitpunktes des Einlaßventils in Abhängigkeit von der eingespritzten Kraftstoffmenge von "Früh" nach "Spät", wird erreicht, daß mit abnehmender Motorbelastung das rasch abfallende Verdichtungsverhältnis der Vorverdichtung im Turbolader annähernd ausgeglichen wird durch Verlängern des effektiven Verdichtungshubes des Arbeitskolbens. Auf diese Weise wird einem zu raschem Abfallen der Verdichtungsendtemperatur im Teillastbetrieb entgegengewirkt und dadurch das Betriebsverhalten des Motors verbessert, ohne daß er im Vollast-Betriebsbereich durch zu hohe Drücke und Temperaturen gefährdet wird.

Da zum Starten der Brennkraftmaschine der volle Ansaughub erforderlich ist, um eine hinreichende Zündtemperatur zu erreichen und zu diesem Zeitpunkt kein durch den Abgasturbolader erhöhter Ladedruck zur Verfügung steht, wird gemäß Anspruch 2 vorgeschlagen, die Verbindung vom Motorregler zur Verstelleinrichtung beim Starten der Brennkraftmaschine vorübergehend zu lösen.

Im Anspruch 3 ist eine vorteilhafte Weiterbildung der Brennkraftmaschine beschrieben, durch die das Drehmomentverhalten des Motors verbessert wird. Hat der Motorregler die Einspritzmenge bis zum blockierten Größtwert erreicht, dann fällt wie oben beschrieben die Drehzahl ab. Dann aber setzt der zweite Regler bzw. zweite Reglerimpuls in dem Maß ein, daß er in den Verstellmechanismus des Motorreglers eingreift und die Schließzeitpunktverschiebung der Einlaßventile durch den Motorregler über die Einspritzmenge rückgängig macht und damit den wirksamwerdenden Ansaughub des Arbeitskolbens

wieder erhöht. Dies ist empfehlenswert, da ab diesem Zeitpunkt die Drehzahl des Turboladers abzusinken beginnt und damit der Ladedruck abnimmt. Durch die Verschiebung des Schließzeitpunktes nach Spät wird diese Wirkung vermindert und das verfügbare Luftgewicht erhöht. Mit dem Anspruch 4 ist eine vorteilhafte Weiterbildung beschrieben, mit der das Drehmomentverhalten des Motors durch Beeinflussung der Ladelufttemperatur des Ladeluftkühlers zusätzlich verbessert werden kann. Der zweite Regler kann die Kühlmitteltemperatur des Ladeluftkühlers in der Weise variieren, daß bei abfallender Drehzahl diese verringert wird, so daß ein höheres Ladeluftgewicht eingebracht wird, das wiederum dem Drehmomentabfall entgegenwirkt.

Die Beeinflussung der Verstelleinrichtung für die Steuerzeiten erfolgt in vorteilhafter Weise dadurch, daß ein Waagebalken vorgesehen ist, an dessen Enden die Verstelleinrichtung selbst und das Stellglied des zweiten Reglers bzw. Reglerimpulses angreift und daß im mittleren Bereich das Stellglied des Motorreglers befestigt ist. Je nach gewünschtem Drehmomentverhalten in Abhängigkeit von der Motorcharakteristik kann der Angriffspunkt des Stellgliedes des Motorreglers bzw. des Stellgliedes des zweiten Reglers und der Verstelleinrichtung am Waagebalken variiert werden.

Zur weiteren Erläuterung der Erfindung wird auf die Zeichnung verwiesen, in der ein Ausführungsbeispiel der Erfindung vereinfacht dargestellt ist.

In der Figur ist mit 1 nicht näher dargestellt eine Diesel-Brennkraftmaschine bezeichnet, die in üblicher Weise aufgebaut ist und eine Kurbelwelle, an diesen angelenkte Arbeitskolben und einen oder mehrere Zylinderköpfe mit Gaswechselkanälen aufweist. Den Einlaßkanälen vorgelagert ist eine Verstelleinrichtung 2 zur Veränderung des Schließzeitpunktes der nicht dargestellten Einlaßventile. Die Verstelleinrichtung kann aus vorgelagerten Drehschiebern bestehen,

909841/0259

- 7 -

deren Winkellager zur Kurbelwelle veränderbar ist. Mit 3 ist weiterhin ein Abgasturbolader bezeichnet, der in üblicher Weise ausgebildet ist und eine Turbine und einen mit dieser gekuppelten Verdichter aufweist, der die verdichtete Luft einem Ladeluftkühler 4 zuführt. Der Ladeluftkühler 4 wird durch ein Kühlmittel gekühlt, das über Kühlmittleitungen 5 zu- und abgeführt wird. Die Kühlmitteltemperatur ist über einen Thermostaten 6 regelbar, wobei eine Grundwertverstellung 7 des Thermostaten vorgesehen ist. Weiterhin ist mit 8 eine Einspritzpumpe bezeichnet, die nicht dargestellt von der Brennkraftmaschine angetrieben wird. Die Einspritzpumpe 8 steht mit einem Motorregler 9 in Wirkverbindung, der die Einspritzmenge der Einspritzpumpe verstellt und ein freies Stellglied 10 aufweist. Mit 11 ist ein weiterer Regler bezeichnet, der ebenfalls von der Brennkraftmaschine angetrieben ist und ein Stellglied 10a aufweist, das in Abhängigkeit der Drehzahl wirksam ist. Mit 12 ist ein Waagebalken bezeichnet, an dessen Enden einerseits die Verstelleinrichtung 2 für die Steuerzeiten und andererseits eine Stange 13 angreift, die zum Stellglied 10a des Reglers 11 führt. Im mittleren Bereich des Waagebalkens 12 greift das Stellglied 10 des Motorreglers 9 an. Weiterhin greift am Stellglied 10a des Reglers 11 ein Gestänge 14 an, das mit der Grundwertverstellung 7 des Thermostaten 6 verbunden ist.

Wird nun bei im wesentlichen konstanter Drehzahl - eine minimale Drehzahlabsenkung ist zum Ansprechen des Motorreglers erforderlich - die Leistungsanforderung angehoben, so erhöht der Motorregler 9 die Einspritzmenge und verstellt gleichzeitig den Schließzeitpunkt der Einlaßventile von Spät nach Früh* Reicht diese Leistungserhöhung der Brennkraftmaschine nicht aus und ist die Einspritzmenge an ihrem blockierten Höchstwert, so erfolgt ein Drehzahlabfall, so daß nunmehr der Regler 2 eingreift und eine Verringerung der Ladelufttemperatur über die Grundverstellung des Thermostaten und eine Rückverstellung des Schließzeitpunktes der Einlaßventile von Früh nach

*u. umgekehrt.

909841/0259

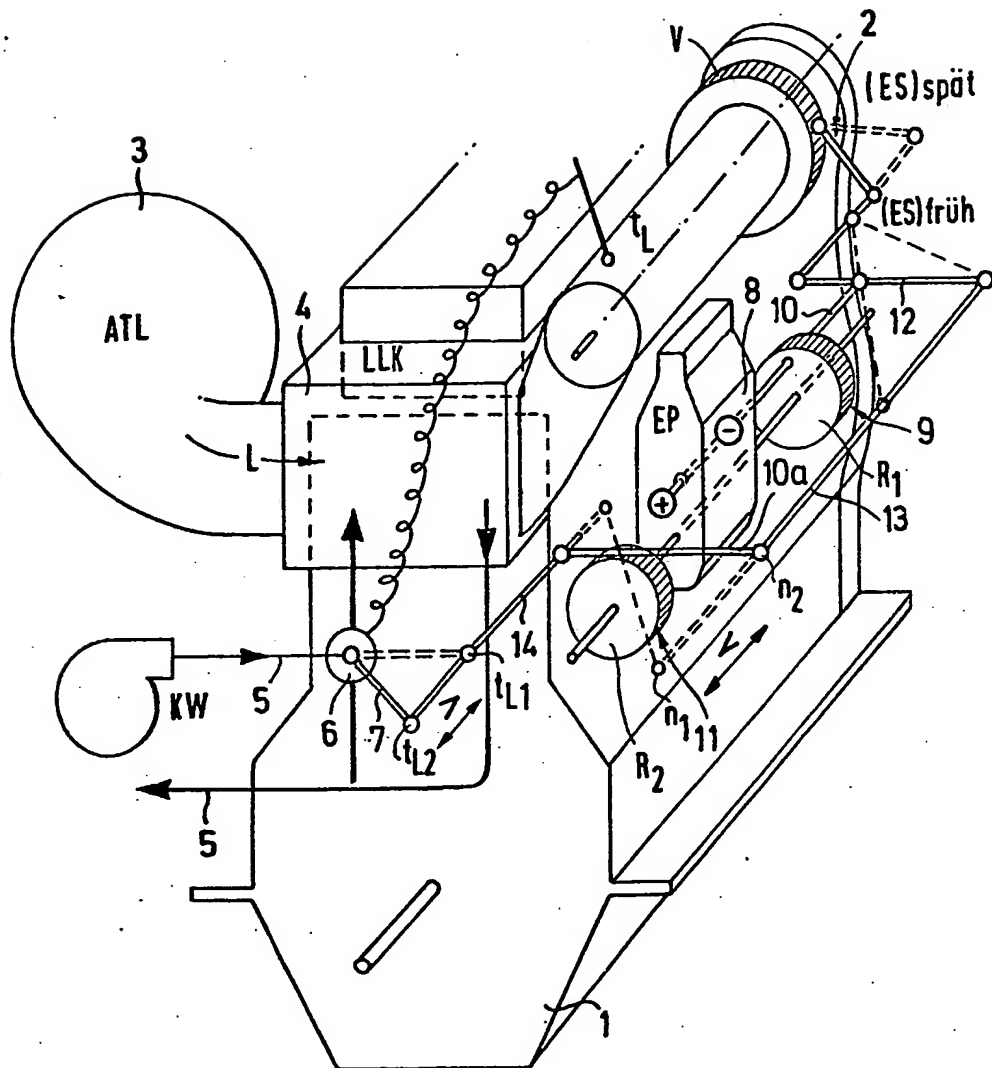
- 8 -

Spät bewirkt, so daß eine Drehmomenterhöhung der Brennkraftmaschine erfolgt. Die gleiche Wirkungsweise wie mit zwei getrennten Reglern kann auch durch einen kombinierten Regler mit zwei voneinander unabhängigen Verstellausgängen erreicht werden. Durch die Anwendung des Regelsystems in Verbindung mit der Verstellung des wirksamwerdenden Ansaughubes der Arbeitskolben wird das Drehmomentverhalten insbesondere bei hohen Aufladegraden erheblich verbessert.

909841/0259

-9-
2814343

Nummer: 28 14 343
Int. Cl. 2: F 02 D 13/02
Anmeldetag: 3. April 1978
Offenlegungstag: 11. Oktober 1979



909841/0259

KHD, Köln-Deutz

D 78/18